

# МОРФОСТРУКТУРА И НОВЕЙШАЯ ГЕОДИНАМИКА СРЕДНЕРУССКОГО ПОДНЯТИЯ И ОКСКО-ДОНСКОЙ ДЕПРЕССИИ

И. Т. Ежова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ЛСМ ГС РАН, Россия

Поступила в редакцию 4 февраля 2015 г.

**Аннотация:** проанализированы различные геодинамические модели образования новейшей тектонической структуры Воронежской антеклизы. Латеральные неоднородности территории охарактеризованы на различных структурных уровнях. Предложена геодинамическая модель формирования новейшего структурного плана с учетом латеральных неоднородностей.

**Ключевые слова:** геодинамические модели, новейшая тектоническая структура, латеральные неоднородности, Воронежская антеклиза.

## MORPHOSTRUCTURE AND NEWEST GEODYNAMIC OF THE SREDNERUSSKOE LIFT AND OKSKO- DONSKAYA DEPRESSION

**Abstract:** different geodynamic models of newest tectonic structure Voronezh anticline forming are analysed. Lateral inhomogeneous of territory are characterized on the different structure levels. Geodynamic model of forming of newest structure plane are proposed with registration lateral inhomogeneous.

**Key words:** geodynamic models, newest tectonic structure, lateral inhomogeneous, Voronezh anticline.

### Введение

Главной отличительной особенностью новейшей тектонической структуры от более древних структурных планов территории Воронежской антеклизы является чередование субмеридионально ориентированных крупных поднятий и депрессий [1, 2]. Наиболее ярко эта особенность проявлена сочетанием таких морфоструктур, как Среднерусская возвышенность и Окско-Донская низменность. В неотектонике региона им соответствуют Среднерусское поднятие (антеклиза – по Г. И. Раскатову [1]) и Окско-Донская впадина. За пределами территории Воронежской антеклизы в контурах Воронежского кристаллического массива эта закономерность сохраняется – к востоку от Окско-Донской низменности располагается Приволжская возвышенность, а к западу от Среднерусской возвышенности – Приднепровская низменность, которая, в свою очередь, сменяется Смоленско-Московской возвышенностью. Названным морфоструктурам в неотектонике отвечают мегаблоки кристаллического фундамента [2]. Новейший структурный план существенно отличается от более древних структурных планов, для которых отмечается явное преобладание северо-западных направлений осей основных структурных элементов. В чем причина структурной перестройки Воронежской антеклизы на неотектоническом этапе ее развития?

### Основные представления о новейшей геодинамике региона

По поводу особенностей новейшей геодинамики территории существуют различные представления. Образование названных морфоструктур рассматри-

вают как проявление литосферной складчатости, образующейся в условиях продольного сжатия [3]. Однако этому противоречит характеристика поля неотектонических напряжений Восточно-Европейской платформы, главной чертой которого является сочетание субмеридионального горизонтального сжатия с субширотным растяжением. Эти параметры новейшего поля напряжений получены в результате исследований, проведенных П. Н. Николаевым [4], Л. А. Сим [5]. Субмеридиональное сжатие внутренних территорий Восточно-Европейской платформы допускалось Ю. Г. Леоновым [6] и Ф. Н. Юдахиным с соавторами [7]. Л. А. Сим объясняет особенности регионального поля процессами глобального рифтогенеза в Северной Атлантике и Арктике, а также коллизионными событиями в Альпийском поясе [8]. Однако при этом не рассматриваются собственно причины возникновения субмеридиональных поднятий и впадин. Образование Окско-Донского прогиба М. Л. Копп с соавторами связывает с иденторным воздействием Аравийской плиты на Альпийский коллизионный пояс и прилегающие платформенные структуры [9, 10]. В работах В. И. Макарова рассматривается образование Окско-Донского прогиба вместе с Приволжским поднятием в связи с динамическим влиянием Прикаспийской впадины [11].

При всей важности рассматриваемых моделей формирования новейшей структуры авторы практически не учитывают возможное влияние на её развитие структурных неоднородностей, существующих на различных иерархических уровнях – от морфоструктуры осадочного чехла и фундамента до земной коры в целом.

### Латеральные неоднородности на различных структурных уровнях литосферы

Сопоставление структурных неоднородностей различных уровней может быть проведено вдоль сейсмического профиля Губкин-Жердевка (рис. 1). На уровне морфоструктуры территории эти неоднородности представлены Среднерусской возвышенностью и Окско-Донской низменностью. Среднерусская возвышенность характеризуется как возвышенная средне расчлененная эрозионно-денудационная равнина, формирование которой началось с раннего миоцена [1]. Максимальные высоты водоразделов достигают 250 м. Окско-Донская низменность представляет собой слабо расчлененную аккумулятивную низменную равнину с максимальными высотами водоразделов до 175 м. Формирование низменности началось в среднем миоцене в связи с началом развития одноименной неотектонической депрессии [1, 2]. Достаточно чутким морфоструктурным параметром является степень изрезанности земной поверхности [12]. На профиле по этому показателю можно выделить три участка. Первый из них расположен в полосе шириной около 30 км в пределах Среднерусского поднятия. Он отличается наиболее высокими значениями коэффициента изрезанности. Второй участок соответствует пограничной полосе (шириной около 50 км) в Окско-Донской низменности. Коэффициент изрезанности в нем характеризуется минимальными значениями. С третьим участком сопоставляется остальная часть профиля в пределах Окско-Донской низменности, здесь коэффициент изрезанности находится в пределах фоновых значений. Коэффициент изрезанности земной поверхности в значительной степени может рассматриваться как показатель направленности современных вертикальных движений, и, таким образом, первый участок профиля характеризует область поднятий, второй – относительных погружений, а с третьим участком связывается стабильная область, испытывающая слабые поднятия.

С морфоструктурными неоднородностями тесно связаны неоднородности на уровне неоген-четвертичного структурно-вещественного комплекса [2]. В пределах Среднерусской возвышенности наибольшим распространением по площади пользуются четвертичные лёссовиды. Неогеновые отложения имеют ограниченное развитие и представлены в основном элювиально-делювиальными образованиями, сохранившимися на высоких водоразделах. Мощность новейших отложений в пределах Среднерусской возвышенности существенно меньше, чем в Окско-Донской низменности. Окско-Донская низменность выделяется широким по площади распространением неогеновых аллювиальных отложений; аллювиальных, ледниковых, водно-ледниковых и лёссовидных образований четвертичного возраста. Для Окско-Донской низменности характерны повышенные мощности новейших отложений. Второй участок, выделяющийся по морфометрическим показателям в морфоструктуре, в неоген-четвертичном комплексе сопоставляется с областью распространения плиоценового аллювия. Все это подчеркивает теснейшую связь морфоструктуры с новейшей тектонической структурой территории.

На уровне донеогенового осадочного чехла в це-

лом неоднородности проявлены в распределении структурно-фациальных зон, границы которых во многом приурочены к границам крупных блоков фундамента [13]. На исследованной территории в области Окско-Донской впадины в разрезе чехла принимают участие в основном отложения девонской системы. Их мощность по сравнению с территорией Среднерусской возвышенности увеличена и нарастает в восточном и северо-восточном направлениях. Важной особенностью разрезов девона на юго-востоке антеклизы является наличие покровов базальтов, обычно приуроченных к зонам крупных разломов. Мезозойские отложения представлены сильно размытыми в новейшее время отложениями нижнего мела. Причем, эти отложения отсутствуют на втором участке профиля. В пределах Среднерусского поднятия донеогеновые образования сформированы существенно более широким возрастным спектром пород, включающим девонские, каменноугольные, юрские, меловые и палеогеновые образования [14]. Их мощности в целом увеличиваются преимущественно в юго-западном направлении.

Латеральные неоднородности, выделенные в морфоструктуре, коррелируют и с неоднородностями кристаллического фундамента, которые выражены наиболее ярко. Согласно схеме блокового строения Воронежского

кристаллического массива в пределах характеризуемой территории выделяются мегаблок КМА и Хоперский мегаблок, которые разделены Лосевской шовной зоной [15]. Мегаблоки отличаются друг от друга возрастом и составом слагающих их пород. В пределах Хоперского мегаблока распространена песчаниково-сланцевая воронцовская серия нижнего протерозоя, пронизанная интрузиями (часто бескорневыми) основных и ультраосновных пород. В целом она характеризуется чешуйчато-надвиговым строением и рассматривается как фрагмент аккреционной призмы [16]. Мегаблок КМА отличается существенно более сложным строением. В нем объединяются архейские (обоянская, михайловская серии) и нижнепротерозойские образования (курская и оскольская серии). Архей представлен глубоко метаморфизованными породами (гнейсы, гранито-гнейсы, кристаллические сланцы, метаэффузивы, джеспилиты). В нижнем протерозое распространены железистые кварциты и сланцы. Блоковая природа характерна для архейских структур, линейная – для протерозойских.

Лосевская шовная зона сложена в основном породами лосевской серии в ассоциации с усманским интрузивным комплексом плагиогранитов, донским типом обоянской серии в ассоциации с павловским гранитоидным комплексом, а также воронежской свитой в ассоциации с шукавским мафит-ультрамафитовым и ольховским базит-плагиогранитным комплексами. Она рассматривается как сложная складчато-надвиговая коллизионная структура [16, 17]. Лосевская шовная зона отделяется от мегаблока КМА Рязско-Кантемировским разломом, а от Хоперского мегаблока – Лосевско-Мамонским. На морфоструктурном уровне мегаблоку КМА соответствует первый участок – Среднерусская возвышенность, со вторым участком сопоставляется Лосевская шовная зона, а с

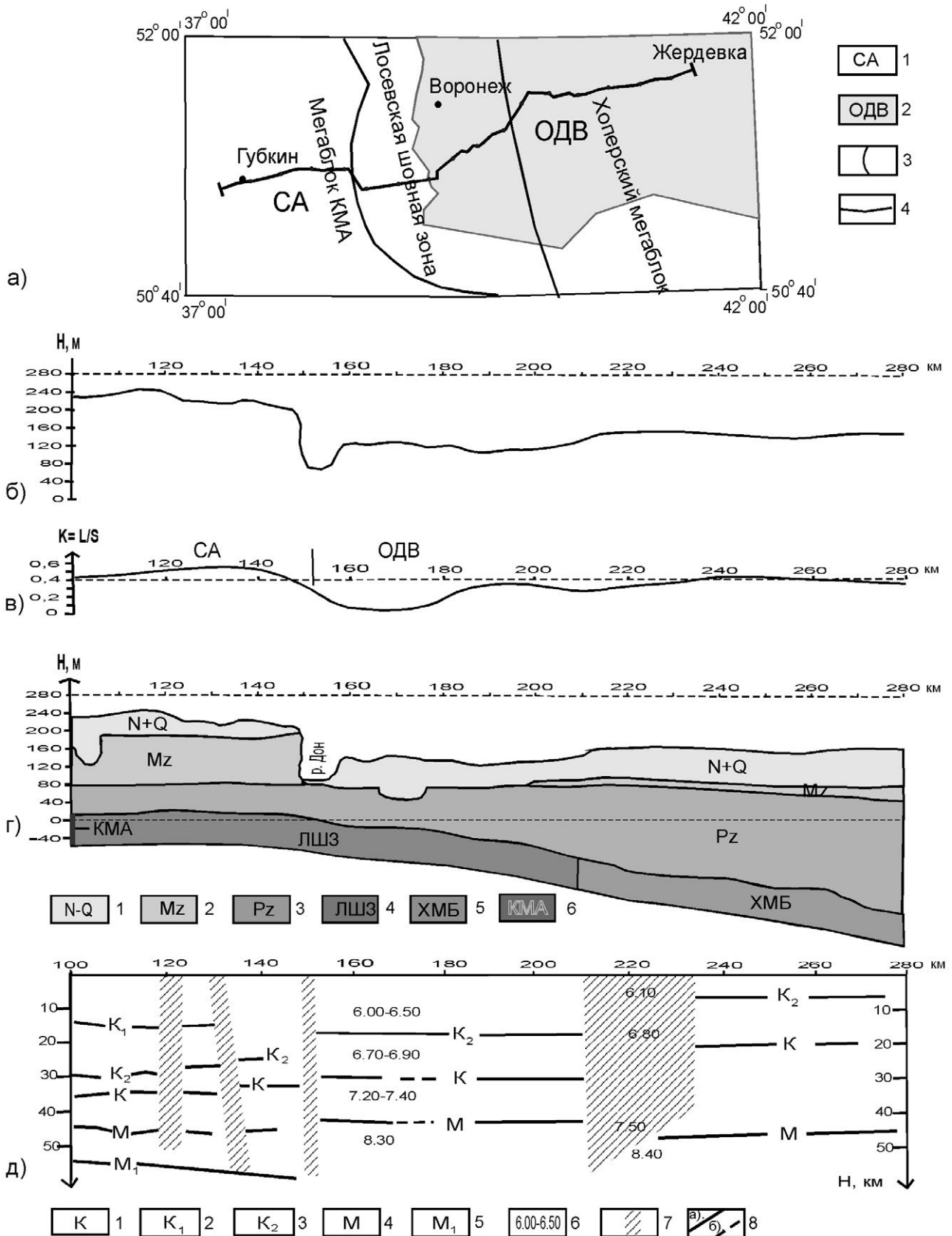


Рис. 1. Соотношение латеральных неоднородностей различных структурных уровней вдоль сейсмического профиля Губкин-Жердевка. Условные обозначения: Рис.1а. Схема района исследований: 1 – Среднерусская антеклиза, 2 – Окско-Донская впадина, 3 – граница между мегаблоками кристаллического фундамента, 4 – линия сейсмического профиля; Рис. 1б. Рельеф дневной поверхности; Рис. 1в. График коэффициента изрезанности рельефа; Рис. 1г. Геологический разрез Губкин-Жердевка: 1 – породы осадочного чехла неоген-четвертичного возраста, 2 – мезозойского возраста, 3 – палеозойского возраста, 4 – Лосевская шовная зона, 5 – Хоперский мегаблок кристаллического фундамента, 6 – мегаблок КМА; Рис. 1д. Сейсмический разрез (по материалам Дубянского А.И.): 1-5 – сейсмические границы, 6 – значения скоростей продольных волн в км/с, 7 – тектонические нарушения, выделенные по сейсмическим данным, 8 – сейсмические границы: а – установленные, б – предполагаемые.

третьим – Хоперский мегаблок. Кристаллический фундамент может быть сопоставлен с верхнекоровым (гранито-гнейсовым) слоем.

Наиболее важное значение при рассмотрении геодинамики региона имеют латеральные неоднородности на уровне коры в целом, поскольку они обладают несравнимо большими объемами. Земная кора и верхи мантии обладают различным строением в трех частях профиля [18–20]. В пределах первого участка (мегаблок КМА) земная кора наиболее дифференцирована, пронизана множеством разрывных нарушений. В ее разрезе выделяется значительная сейсмическая расслоенность (см. рис.1). При увеличенной мощности коры в целом отмечается преобладание мощности верхнекорового слоя. Второй участок, соответствующий Лосевской шовной зоне, сопоставляется со своеобразным мантийным выступом, в пределах которого мощность коры при значительной ее расслоенности существенно сокращена. Хоперский мегаблок отличается резко увеличенной мощностью метабазитового слоя на фоне увеличенной общей мощности коры.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о тесной связи латеральных неоднородностей коры в целом с неоднородностями, выделяемыми на различных структурных уровнях и в морфоструктуре региона. Основные неоднородности морфоструктуры сопоставляются с различными блоками литосферы, выделенными по анализу аномалий гравитационного поля. Так, по результатам исследований А. П. Таркова в литосфере изучаемой территории выделяются «легкие» и «тяжелые» блоки [21]. К «легким» относится мегаблок КМА, к «тяжелым» – Хоперский мегаблок.

#### **Предполагаемая геодинамическая модель с учетом структурных неоднородностей**

С учетом охарактеризованных структурных неоднородностей может быть предложена модель формирования новейшего структурного плана и морфоструктуры территории. В ее основе лежат латеральные неоднородности литосферы, главной отличительной особенностью которых являются различия в средней плотности пород. В этом отношении увеличенной плотностью на уровне коры обладает Хоперский мегаблок, в котором большую часть разреза составляет слой нижней коры. Наименьшей плотностью характеризуется мегаблок КМА за счет большой мощности верхнекорового слоя. Лосевская шовная зона, несмотря на более тонкую кору, в целом за счет плотного мантийного выступа может рассматриваться как наиболее плотная неоднородность на уровне коры и верхов мантии. Все эти различия должны благоприятствовать проявлению изостатических сил, обуславливающих вертикальные перемещения мегаблоков. Такие перемещения должны локализоваться, прежде всего, вдоль границ мегаблоков, к которым приурочены зоны крупных разломов. Важным обстоятельством является субмеридиональная ориентировка границ латеральных неоднородностей. При становлении поля неотектонических напряжений с субмеридиональным сжатием и субширотной ориентировкой оси горизонтального растяжения возникла наиболее благоприятная обстановка для активизации изостатических движений, вследствие которых сформировалась современная морфоструктура территории. При этом область Среднерусской возвышенности испытывала воздымание, Окско-Донская низменность – погружение, которое наибольшей величины достигало в контурах Лосевской шовной зоны. Таким образом, латеральные неоднородности могут рассматриваться и как литосферная складчатость, но связанная с механизмом поперечного изгиба.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о тесной связи морфоструктуры территории с латеральными неоднородностями коры. Заслуживают особого внимания морфоструктурные показатели и, в частности, степень изрезанности земной поверхности. В комплексе с геофизическими данными эти показатели могут служить источником дополнительной информации о латеральных неоднородностях земной коры и, возможно, литосферы в целом.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Раскатов, Г. И.* Геоморфология и неотектоника территории Воронежской антеклизы / Г. И. Раскатов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1969. – 164 с.
2. *Трегуб, А. И.* Неотектоника территории Воронежского кристаллического массива / А. И. Трегуб // Труды НИИ геологии ВГУ. – Вып. 9. – Воронеж: Изд-во ВГУ. – 2002. – 220 с.
3. *Фундаментальные проблемы общей тектоники* / Под ред. Ю. М. Пушаровского. – М.: Научный мир, 2001. – 570 с.
4. *Николаев, П. Н.* Методика тектонодинамического анализа / Под ред. Н. И. Николаева. – М.: Недра, 1992. – 295 с.
5. *Сим, Л. А.* Неотектонические напряжения Восточно-Европейской платформы и структур обрамления: автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук / Л. А. Сим. – М.: МГУ, 1996. – 41 с.
6. *Леонов, Ю. Г.* Взаимосвязь позднекайнозойских ненапряжений и деформаций в Кавказском секторе альпийского пояса и его северном платформенном обрамлении / Ю. Г. Леонов, О. И. Гущенко, М. Л. Копп, Л. М. Расцветаев // Геотектоника. – 2001. – № 1. – С. 36–59.
7. *Юдахин, Ф. Н.* Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы / Ф. Н. Юдахин, Ю. К. Щукин, В. И. Макаров. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 299 с.
8. *Сим, Л. А.* Влияние глобального тектогенеза на новейшее напряженное состояние платформ Восточной Европы / Л. А. Сим // М.В.Гзовский и развитие тектонофизики. – М.: Наука, 2000. – С. 326–348.
9. *Копп, М. Л.* Кинематика новейшей структуры и сейсмичность Окско-Донского миоцен-четвертичного прогиба / М. Л. Копп, А. А. Никонов, Е. Ю. Егоров // ДАН. – 2002. – Т. 385. – № 3. – С. 387–392.
10. *Копп, М. Л.* Геодинамика Окско-Донского новейшего прогиба / М. Л. Копп, А. И. Иоффе, Е. Ю. Егоров [и др.] // Общие и региональные вопросы геологии. – Вып. 2. – М. – 2000. – С. 123–179.
11. *Макаров, В. И.* О геодинамических условиях формирования Окско-Донского прогиба и Окско-Цнинского вала (Русская плита) / В. И. Макаров // Известия Вузов. Серия геология и разведка. – 2001. – № 1. – С. 43 – 52.
12. *Ежова, И. Т.* Степень изрезанности рельефа земной поверхности ВКМ и ее соотношение с новейшей структурой и сейсмичностью / И. Т. Ежова, Л. И. Надежка, А. И. Трегуб // Структура, свойства, динамика и минералогия литосферы Восточно-Европейской платформы: мат-лы XVI международной конференции. – Т. 1. – Воронеж, 2010. – С. 255 – 258.
13. *Трегуб, А. И.* Унаследованность структурного каркаса

- ВКМ в осадочном чехле / А. И. Трегуб, С. А. Трегуб, И. Т. Рыжова // Активные разломы и их значение для оценки сейсмической опасности: современное состояние проблемы: мат-лы Междунар. конф. – Воронеж: Научная книга, 2014. – С.303–408.
14. Савко, А. Д. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы / А. Д. Савко, С. В. Мануковский, А. И. Мизин [и др.] // Труды НИИ геологии ВГУ. – Вып. 3. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2001. – 201 с.
15. Чернышов, Н. М. Модель геодинамического развития Воронежского массива в раннем докембрии / Н. М. Чернышов, В. М. Ненахов, И. П. Лебедев [и др.] // Геотектоника. – 1997. – № 3. – С. 21–30.
16. Ненахов, В. М. Минерагенические исследования территорий с двухъярусным строением (На примере Воронежского кристаллического массива) / В. М. Ненахов, Ю. Н. Стрик, А. И. Трегуб [и др.] – М.: ГЕОКАРТ, ГЕОС, 2007. – 284 с.
17. Глазнев, В. Н. Оценка мощности гравиактивного слоя земной коры Воронежского кристаллического массива / В. Н. Глазнев, О. М. Муравина, Т. А. Воронова, В. М. Холлин // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2014. – № 4. – С. 85–92.
18. Надежка, Л. И. Тектоническая делимость литосферы Воронежского кристаллического массива по геофизическим данным / Л. И. Надежка, А. И. Дубянский // Тектоника и геодинамика. Общие и региональные аспекты: мат. совещ. – М. – 1998. – Т. 2. – С. 56–58.
19. Дубянский, А. И. Глубинные сейсмические исследования на территории ВКМ / А. И. Дубянский // Литосфера Воронежского кристаллического массива по геофизическим и петрофизическим данным / Под ред. член-корр. РАН Н. М. Чернышов. – Воронеж: Научная книга, 2012. – С. 196–206.
20. Дубянский, А. И. Структура поверхности Мохоровичича центральной части Восточно-Европейской платформы / А. И. Дубянский, Л. И. Надежка, А. П. Тарков // Сейсмичность и сейсмическое районирование северной Евразии. – М. – 1993. – Вып. 1. – С. 162–164.
21. Тарков, А. П. Глубинное строение Воронежского массива по геофизическим данным / А. П. Тарков. – М.: Недра, 1974. – 172 с.

*Воронежский государственный университет  
Геофизическая служба РАН, Обнинск*

*Ежова И. Т., ведущий инженер лаборатории глубинного строения, геодинамики и сейсмического мониторинга им. проф. А. П. Таркова; геофизик лаборатории Сейсмического мониторинга Воронежского кристаллического массива Геофизической службы РАН  
E-mail: nadezhka@geophys.vsu.ru  
Tel. 8-0951-850-61-58*

*Voronezh State University  
Geophysics Service of Russian Academy Sciences, Obninsk*

*Ezhova I. T., Senior Researcher of a Tarkov Laboratory of deep structure, geodynamik and seismic monitoring; geophys Laboratory of the seismic monitoring Voronezh Crystalline Massif Geophysics Service of Russian Academy Sciences.  
E-mail: nadezhka@geophys.vsu.ru  
Tel.: 8-0951-850-61-58*